



PATENT
1651-0163P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Chih-Tsung SHIH et al. Conf.:
Appl. No.: 10/673,388 Group:
Filed: September 30, 2003 Examiner:
For: TUNABLE FILTER WITH A WIDE FREE
SPECTRAL RANGE

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 3, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

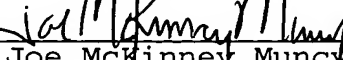
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
TAIWAN	092125008	September 10, 2003

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

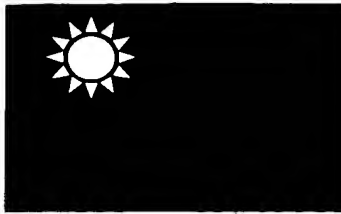
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Joe McKinney Muncy, #32,334

KM/ndb
1651-0163P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申請 日：西元 2003 年 09 月 10 日
Application Date

申請 案 號：092125008
Application No.

申請 人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

局 長

Director General

蔡 練 生

發文日期：西元 2003 年 10 月 15 日
Issue Date

發文字號：09221037830
Serial No.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：

※IPC 分類：

壹、發明名稱：(中文/英文)

高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器

High Free-Space Range MOEMS Tunable Filter

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

財團法人工業技術研究院 / Industrial Technology Research Institute

代表人：(中文/英文)

翁 政 義 / Weng, Cheng-I

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號 /

No.195, Sec. 4, Jhongsing Rd., Jhudong Township, Hsinchu County 310,

Taiwan (R.O.C.)

國 籍：(中文/英文)

中華民國/ROC

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 石 志 聰 / Chih-Tsung Shih

2. 李 孝 文 / Hsiao-Wen Lee

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹市湳中街 2 號 7 樓 /

7F., No.2, Nanjhong St., Hsinchu City 300, Taiwan (R.O.C.)

2. 台北市信義區松山路 204 巷 22 號 7 樓 /

7F., No.22, Lane 204, Songshan Rd., Sinyi District, Taipei City 110, Taiwan

(R.O.C.)

國 籍：(中文/英文)

中華民國

肆、聲明事項：

無

伍、中文發明摘要：

本發明係關於一種高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，其包括一第一光纖準直器、一與第一光纖準直器以相對方向設置的第二光纖準直器、一設於前述第一／第二光纖準直器之間的布拉格反射鏡；利用前述設計可在布拉格反射鏡與第二光纖準直器間構成一方便調節氣隙大小（長度）的共振腔，其相較於傳統無共振腔的光纖對耦在成本及光學規格上具有較佳表現，又與有共振腔的傳統光學濾波器可解決其構造複雜、高成本等問題。

陸、英文發明摘要：

A tunable filter with a wide free spectral range is provided, consisting of a first collimator, and a second collimator, and a mirror or Bragg reflector interposed between the first and second collimators. A resonance cavity is defined in the space between the Bragg reflector and the second collimator that is able to modulate the wavelength of a light beam passing through the filter. The variable wavelength tunable filter is able to provide better optical performance and stability and a simplified construction of the resonance cavity as compared with direct fiber couplings and traditional tunable filters.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（一）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

（10）第一光纖準直器

（20）第二光纖準直器

（11）抗反射層 （21）高反射層

（30）反射鏡 （31）鏡面

（32）共振腔 （300）基座

（301）窗口

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，尤指一種具有共振腔惟已簡化構造、顯著提升光路穩定度且大幅降低成本的波長可調整式光學微機電濾波器。

【先前技術】

按，光纖被動元件是光纖通信中重要的零組件，其中光濾波器更在高密度分波多工(DWDM)系統中扮演重要的角色。關於光濾波器的構成，以直接耦合光纖的方式具有體積縮小的特性，其可分為有共振腔式與非共振腔式，如第五圖所示，係由 Micro-Optics 公司開發的有共振腔式設計，其係在兩相對光纖準直器(71)(72)間構成一共振腔(70)，但由於其光纖在沒有斜角的時候，反射損失的大小無法達到光通訊的規格。

至於無共振腔的設計，將使光路受外在的影響變大，如小傾角，進而會使得光線因溫度、震動、、等外在因素影響而造成光路的不穩定，進而使光的插入損失(Insertion Loss)產生太大的變化，如第六圖所示，當濾波器的兩鏡面(73)(74)係平面對平面(plane-plane)時，其插入損失將隨相對傾角 α 的變大而提高敏感度(如第七圖所示)，若其中一鏡面為凹面(concave)，而使兩鏡面為平面對凹面(plane-concave)時，則插入損失的敏感度將大幅降低

。再者，前述架構雖採用光纖對耦，但其構裝成本甚大，其包含有二個準直器(ferrule)及二個壓電致動器，尚須配合採用接合(bonding)技術，如此一來，因外部壓電致動器的設置，不僅無法達到縮小體積的目的，亦使成本大幅提高。

前揭所述者為非微機電系統(MEMS)構成的可調式濾波器；至於採用 MEMS 技術的波長可調式濾波器係在兩個布拉格反射鏡(DBR, Distributed Bragg Reflector)之間形成一共振腔，其具體構造詳如以下所述：

首先，如第八圖所示，係一種靜電式的波長可調式濾波器，主要係在一基板(80)的底面形成一抗反射層(AR)(81)，又其表面設有一第一反射鏡(82)，該第一反射鏡(82)上依序設有一下層電極(83)、一絕緣層(84)、一上層電極(85)及一第二反射鏡(86)，第二反射鏡(86)再以一基座(87)予以固定；其中：第二反射鏡(86)在適當位置上形成有相對於第一反射鏡(82)的凹面，並在二者間形成一共振腔，該共振腔之長度約 33 μ m，又基座(87)上形成有對應於該凹面的窗口(870)。

當第一／第二反射鏡(82)／(86)分別透過下／上層電極(83)／(85)施加電場時，第二反射鏡(86)將朝第一反射鏡(82)方向作貼放動作，以調整通過光線之波長。

又如第九圖所示，係一種熱致動式微機電濾波器，主

要係在一基板 (90) 的底面形成一抗反射層 (AR) (91)，又其表面設有一第一反射鏡 (92)，該第一反射鏡 (92) 上依序設有一支撐層 (93)、一第二反射鏡 (94)，第二反射鏡 (94) 再以一基座 (95) 予以固定；其中：第二反射鏡 (94) 在適當位置上形成有相對於第一反射鏡 (92) 的凹面，而其二者因支撐層 (93) 之隔離而形成一共振腔，該共振腔之長度約 40mm，又基座 (95) 上形成有對應於該凹面的窗口 (950)。

前述的微機電濾波器具有共振腔，可在光路穩定度上具有較佳的表現，但依然存在下列問題：

1. 製程成本高：由於同時使用二片布拉格反射鏡，其二者必須接合，故必須利用晶片接合 (chip bounding) 設備，而增加製程成本。

2. 共振腔長度受製程能力限制：就光通訊用途而言，其對共振腔長度的需求約為 40um (FSR=50nm)，在製程上可輕易達成此一需求。但在高頻率間隔 (FSR=400nm) 的應用場合，如影像頻譜 (Image Spectroscopy)、可調式顏色濾波器 (tunable color filter)、等，其對於共振腔長度的要求為 0.8um，便對製程構成一大挑戰；換言之，微機電濾波器的共振腔長度深受製程能力的影響與限制。

由上述可知，具有共振腔的可調式濾波器具有較理想的光路穩定度，但構裝成本居高不下、共振腔長度無法輕易視實際需要加以調整等問題猶待解決。

【發明內容】

因此，本發明主要目的在提供一種具有共振腔惟構造簡化且可顯著提升光路穩定度、大幅降低成本的波長可調整式光學微機電濾波器。

為達成前述目的採取的主要技術手段係令前述光學微機電濾波器包括：

一第一光纖準直器；

一第二光纖準直器，係與第一光纖準直器呈相對方向設置；

一反射鏡，係設於前述第一／第二光纖準直器之間，其具適當曲率及高反射率，並與第二光纖準直器間構成一共振腔；其中：

在前述設計中，共振腔係形成在反射鏡與第二光纖準直器之間，當濾波器有不同的共振腔長度需求時，可透過調整第二光纖準直器的位置，方便地完成共振腔長度的調整，其相較於傳統無共振腔的光纖對耦在成本及光學規格上具有較佳表現，又與有共振腔的傳統光學濾波器可解決其構造複雜、共振腔長度受製程能力限制及高成本等問題。

前述濾波器係採熱致動方式，以改變反射鏡之鏡面曲率，主要係於一具有窗口的基座上設一多層鍍膜構成的反射鏡，反射鏡上形成有具曲率之鏡面，並對應於基座上的窗口。

前述濾波器係採靜電式致動，主要係於一具有窗口的

基座上設一多層鍍膜構成的反射鏡，反射鏡上形成有具曲率之鏡面，並對應於基座上的窗口；又反射鏡的外表面依序設有一絕緣層及一電極層，該絕緣層及電極層上分別形成有開口，且對應於基座上開口與反射鏡的鏡面。

前述構成反射鏡的多層鍍膜係由砷化鎵(GaAs)/砷化鋁(AlAs)交疊構成。

前述構成反射鏡的多層鍍膜係由氧化鈦(TiO₂)/氧化矽(SiO₂)交疊構成。

前述第一光纖準直器具有抗反射(AR)的鏡面鍍膜。

前述第二光纖準直器具有高反射率的鏡面鍍膜，而與反射鏡的曲率鏡面構成共振腔。

【實施方式】

有關本發明之基本架構，請參閱第一圖所示，該光學微機電濾波器包括有：

一第一光纖準直器(10)；

一第二光纖準直器(20)，係與第一光纖準直器(10)呈相對方向設置，並具適當間距；

一反射鏡(30)，係由多層鍍膜構成，其設於一具有窗口(301)的基座(300)上，並介於前述第一／第二光纖準直器(10)／(20)之間；其中：

該反射鏡(30)上具有適當曲率及高反射率的鏡面(31)，並對應於基座(300)上的窗口(301)，其與第二光纖準直器(20)之間並構成一可調整長度

的 Fabry-Perot 共振腔 (3 2)。

又第一光纖準直器 (1 0) 之鏡面上具有一抗反射層 (1 1)，係經過抗反射 (AR) 鍍膜處理後所形成，第二光纖準直器 (2 0) 之鏡面上則設有一高反射層 (2 1)，而與反射鏡 (3 0) 的鏡面 (3 1) 間構成共振腔，該高反射層 (2 1) 係由高反射率的鍍膜構成，該鍍膜可為 $\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 。

至於其工作原理則如以下所述：當光由第一光纖準直器 (1 0) 射出而通過反射鏡 (3 0) 的鏡面 (3 1)、該鏡面 (3 1) 與第二光纖準直器 (2 0) 間形成的共振腔 (3 2) 後，再由第二光纖準直器 (2 0) 接收經由共振腔 (3 2) 共振所產生的出射光；由於反射鏡 (3 0) 的鏡面 (3 1) 具有調變其與第二光纖準直器 (2 0) 之距離的功能，故可調變通過共振腔 (3 2) 的出射光波長，而構成一可調整波長式的光學微機電濾波器。

利用前述架構所形成的共振腔，由於只使用一反射鏡，故不需要晶片接合 (chip bonding) 的設備，並可減少使用材料的成本。此外，該光學結構的共振腔 (3 2) 是由反射鏡 (3 0) 之鏡面 (3 1) 與第二光纖準直器 (2 0) 之距離所決定，該距離則可藉由改變第二光纖準直器 (2 0) 的位置予以任意調整，如是作法，可有效解決傳統由雙片布拉格反射鏡所構成濾波器其共振腔長度受制於製程能力之缺陷，故可有效降低製程的複雜度；同時，更可以達到高頻率間隔 ($\text{FSR}=400\text{nm}$) 的需求，以提高波長可調整

式光學微機電濾波器在市場上的應用領域。

此外，濾波器的反射損失(BR)亦透過第一／第二光纖準直器(10)／(20)予以補償；另因此種濾波器的微機電致動器已經內建在元件內部，故可顯著縮小其尺寸。

由上述說明可看出本發明之主要特徵構造及其工作原理，以下謹進一步詳述本發明之可行實施例：

如第二圖所示，揭示有一種採取熱致動方式的波長可調式光學微機電濾波器，主要係令其反射鏡(30)以多層鍍膜形成在一具有窗口(301)的基座(300)上，該反射鏡(30)上具曲率之鏡面(31)對應於基座(300)上的窗口(301)，而前述多層鍍膜係由交疊的砷化鎵(GaAs)/砷化鋁(AlAs)所構成，藉此，當反射鏡(30)被施加熱能時，將使鏡面(31)與第二光纖準直器(20)間的軸向距離改變。

又如第三圖所示，揭示一種採取靜電式致動的波長可調式光學微機電濾波器，其基本架構仍令其反射鏡(30)以多層鍍膜形成在一具有窗口(301)的基座(300)上，該多層鍍膜可由砷化鎵(GaAs)/砷化鋁(AlAs)或氧化鈦(TiO₂)/氧化矽(SiO₂)交疊構成，該反射鏡(30)上具曲率之鏡面(31)對應於基座(300)上的窗口(301)；又反射鏡(30)的外表面依序設有一絕緣層(40)及一電極層(50)，該絕緣層(40)及電極層(50)上分別形成有開口(41)(51)，且對應

於基座 (300) 上的開口 (301) 與反射鏡 (30) 的鏡面 (31)，當電極層 (50) 與反射鏡 (30) 分別施加電場時，鏡面 (31) 將朝電極層 (50) 方向作貼放動作，以改變其與第二光纖準直器 (20) 的距離，進而調整通過光線的波長。

又前述反射鏡 (30) 與其致動器可製成一微機電反射鏡晶片，以方便進行構裝，如第四圖所示，其令一構裝匣體 (60) 具有一槽室 (61)，並於相對兩端分別形成有一經過對準的中空套筒 (62)，且與槽室 (61) 相互連通，其中兩套筒 (62) 筒壁上形成有若干開口 (620)；又前述第一／第二光纖準直器 (10)／(20) 係令鏡面向內以分別穿置於構裝匣體 (60) 的兩套筒 (62) 內，並在套筒 (62) 的開口 (620) 處進行焊接固定，且同時完成對準。又前述微機電反射鏡晶片 (63) 係以陽極接合 (Anodic bonding) 方式裝入槽室 (61) 中，並介於第一／第二光纖準直器 (10)／(20) 之間，隨後採氣密封裝方式予以封裝。

由上述可知，本發明係利用一對光纖準直器和一個高反射率的布拉格反射鏡 (DBR) 以構成 Fabry-Perot 共振腔，並搭配微機電技術構成的靜電式或是熱致動器等整合而成的可調整波長式光學微機電濾波器，其相較於既有利利用兩個高反射率的布拉格反射鏡以 Fabry-Perot 共振腔波長可調式濾波器，可有效解決其構造複雜與成本昂貴之問題；又相較於採用光纖對準 (fiber-coupling) 而必須在外部搭

配壓電式致動器之無共振腔式濾波器，在成本與光學規格，甚至體積縮小上均有更理想的表現，由此可見，本發明確已具備顯著的實用性與進步性，並符合發明專利要件，爰依法提起申請。

【圖式簡單說明】

(一) 圖式部分

第一圖：係本發明之基本構造示意圖。

第二圖：係本發明一較佳實施例之構造示意圖。

第三圖：係本發明又一較佳實施例之構造示意圖。

第四圖：係本發明之封裝構造示意圖。

第五圖：係習用具共振腔之波長可調式濾波器示意圖。

第六圖：係習用無共振腔之波長可調式濾波器示意圖。

第七圖：係顯示有無共振腔影響插入損失的曲線圖。

第八圖：係習用靜電式之波長可調式濾波器的剖視圖。

第九圖：係習用熱致動式之波長可調式濾波器的剖視圖。

(二) 元件代表符號

(10) 第一光纖準直器 (20) 第二光纖準直器

(11) 抗反射層 (21) 高反射層

(30) 反射鏡 (31) 鏡面

(3 2) 共振腔	(3 0 0) 基座
(3 0 1) 窗口	(4 0) 絕緣層
(5 0) 電極層	(4 1) (5 1) 開口
(6 0) 構裝匣體	(6 1) 槽室
(6 2) 套筒	(6 2 0) 開口
(6 3) 微機電反射鏡晶片	
(7 0) 共振腔	(7 1) (7 2) 光纖準直器
(7 3) (7 4) 鏡面	(8 0) 基板
(8 1) 抗反射層	(8 2) 第一反射鏡
(8 3) 下層電極	(8 4) 絕緣層
(8 5) 上層電極	(8 6) 第二反射鏡
(8 7) 基座	(8 7 0) 窗口
(9 0) 基板	(9 1) 抗反射層
(9 2) 第一反射鏡	(9 3) 支撐層
(9 4) 第二反射鏡	(9 5) 基座
(9 5 0) 窗口	

拾、申請專利範圍：

1．一種高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，包括：

一第一光纖準直器；

一第二光纖準直器，係與第一光纖準直器呈相對方向設置；

一反射鏡，係設於前述第一／第二光纖準直器之間，其具適當曲率及高反射率，並與第二光纖準直器間構成一共振腔。

2．如申請專利範圍第1項所述之高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，該濾波器係採熱致動方式，主要係於一具有窗口的基座上設一多層鍍膜構成的反射鏡，反射鏡上形成有具曲率之鏡面，並對應於基座上的窗口；其中，多層鍍膜係由砷化鎵(GaAs)/砷化鋁(AlAs)交疊構成。

3．如申請專利範圍第1項所述之高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，該濾波器係採靜電式致動，主要係於一具有窗口的基座上設一多層鍍膜構成的反射鏡，反射鏡上形成有具曲率之鏡面，並對應於基座上的窗口；又反射鏡的外表面依序設有一絕緣層及一電極層，該絕緣層及電極層上分別形成有開口，且對應於基座上開口與反射鏡的鏡面。

4．如申請專利範圍第3項所述之高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，該多層鍍膜係由砷化鎵(GaAs)/

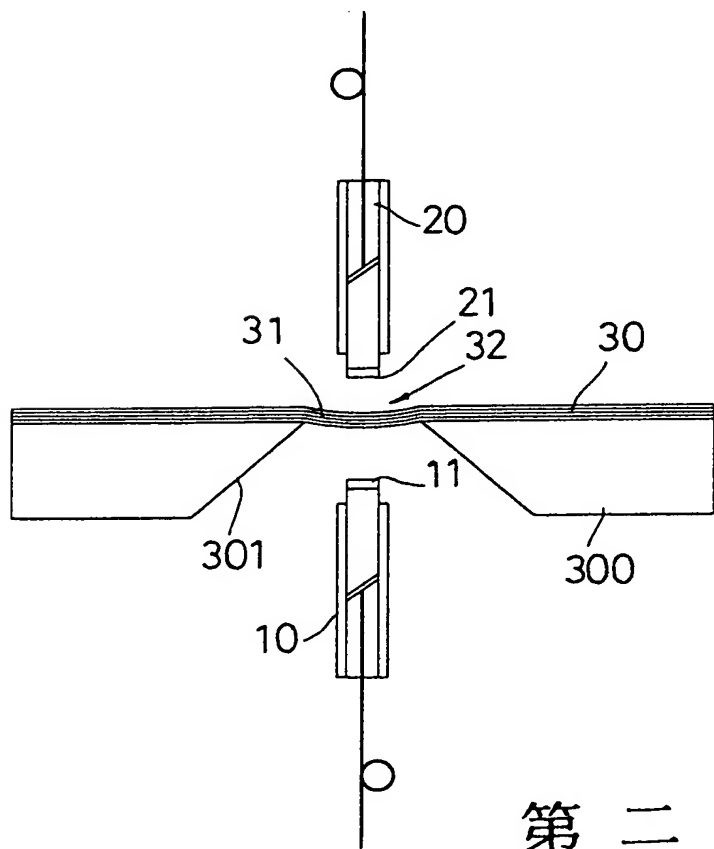
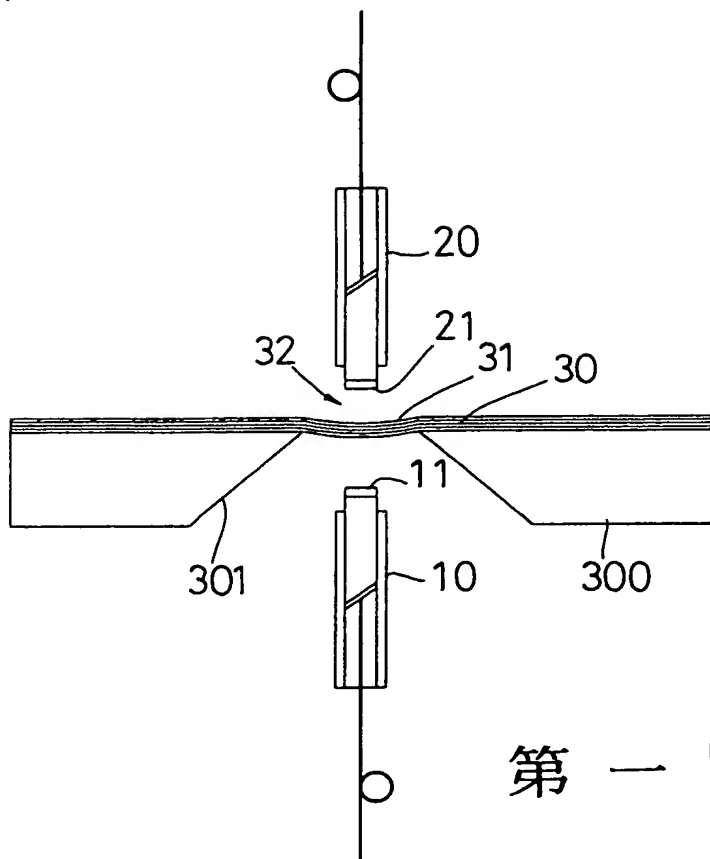
砷化鋁 (AlAs) 或氧化鈦 (TiO_2) / 氧化矽 (SiO_2) 交疊構成。

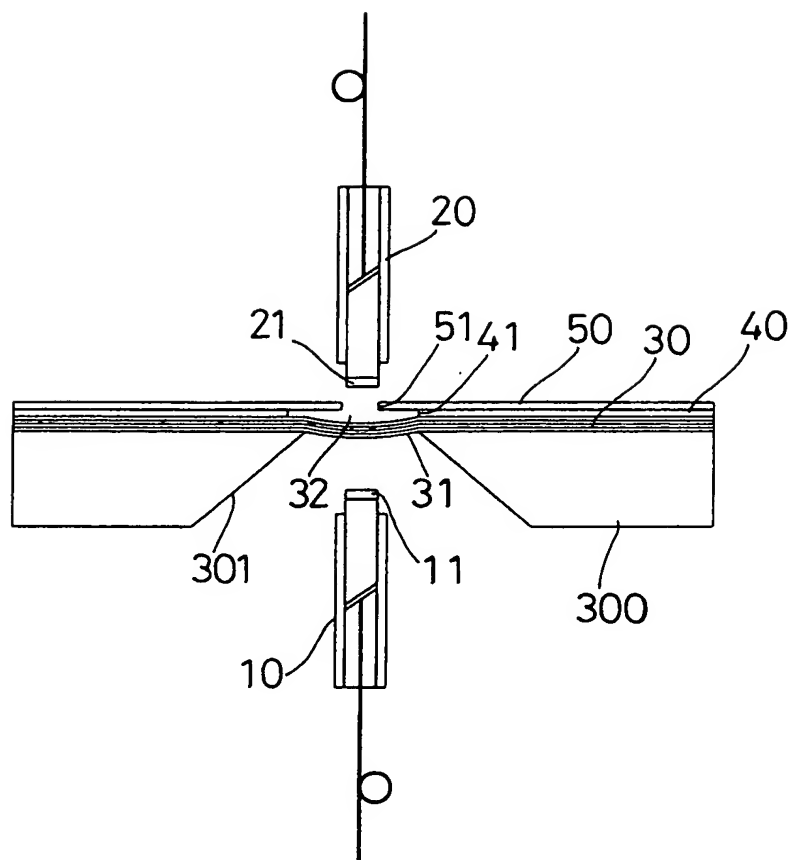
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，該第一光纖準直器上設有一抗反射層，係以抗反射 (AR) 的鏡面鍍膜構成。

6. 如申請專利範圍第 1 或 5 項所述之高頻率間距可調整波長式光學微機電濾波器，該第二光纖準直器具有一高反射層，係由高反射率的鏡面鍍膜構成，而與反射鏡的曲率鏡面構成共振腔。

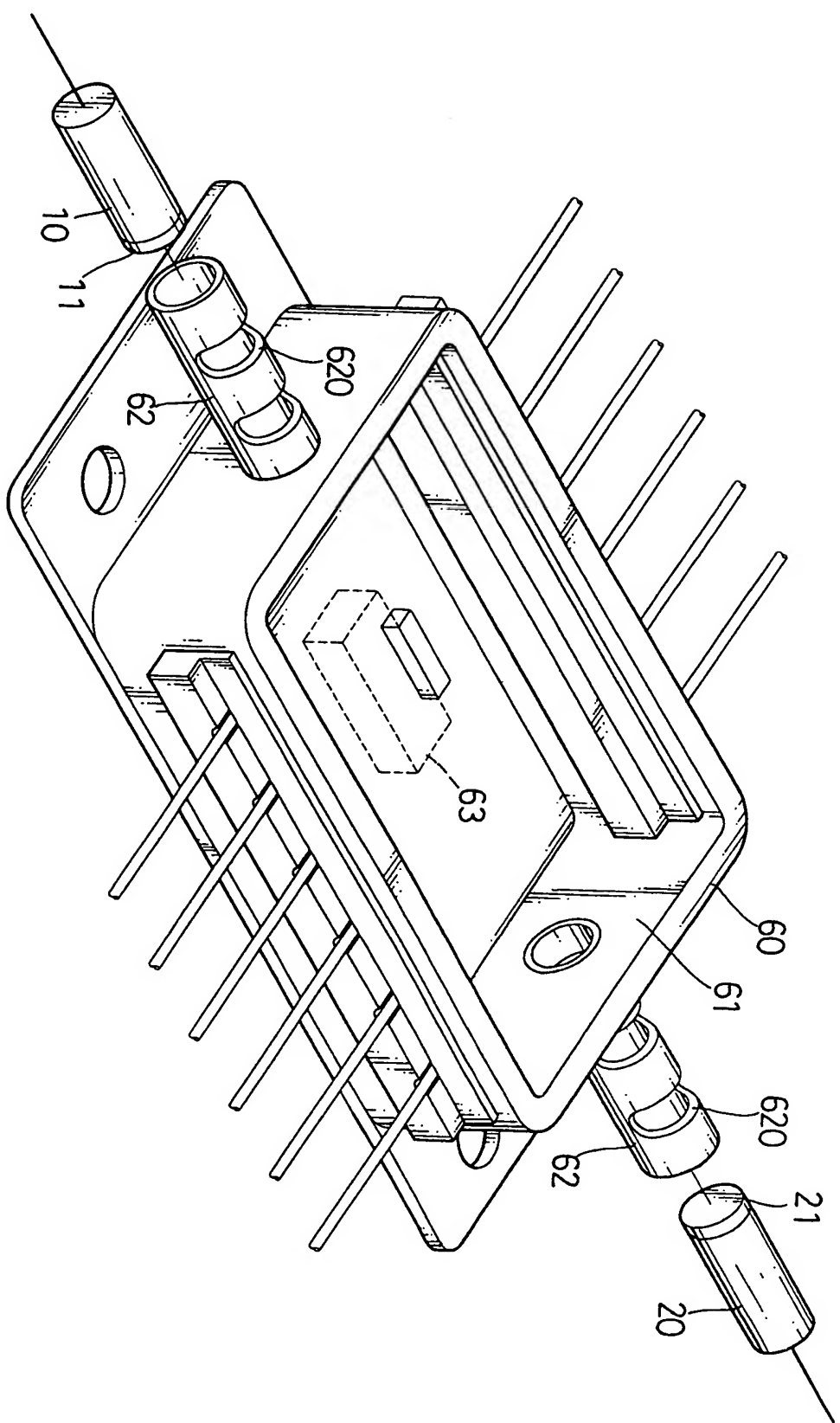
拾壹、圖式：

如次頁

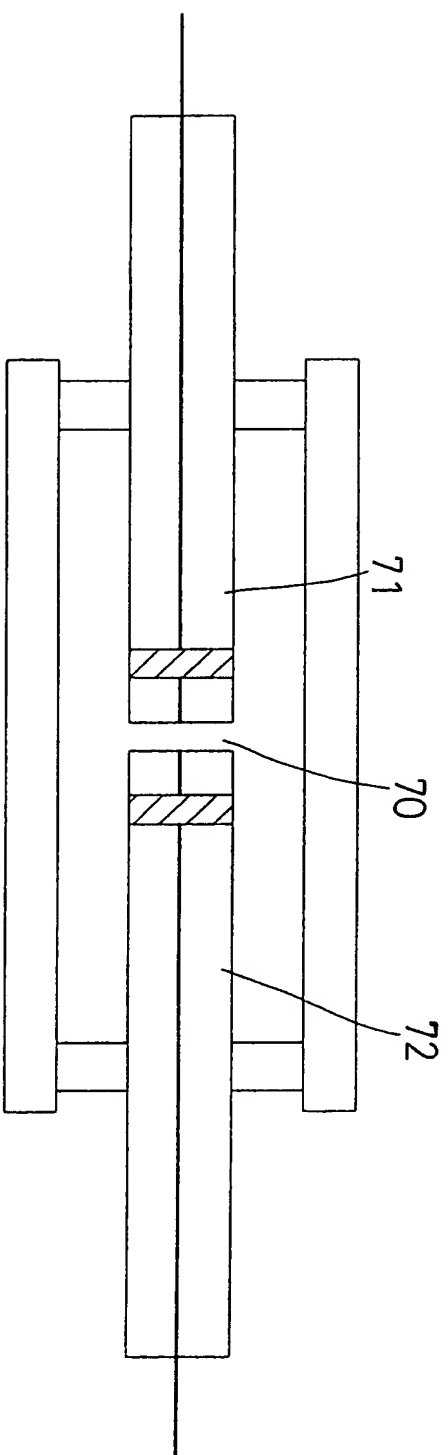




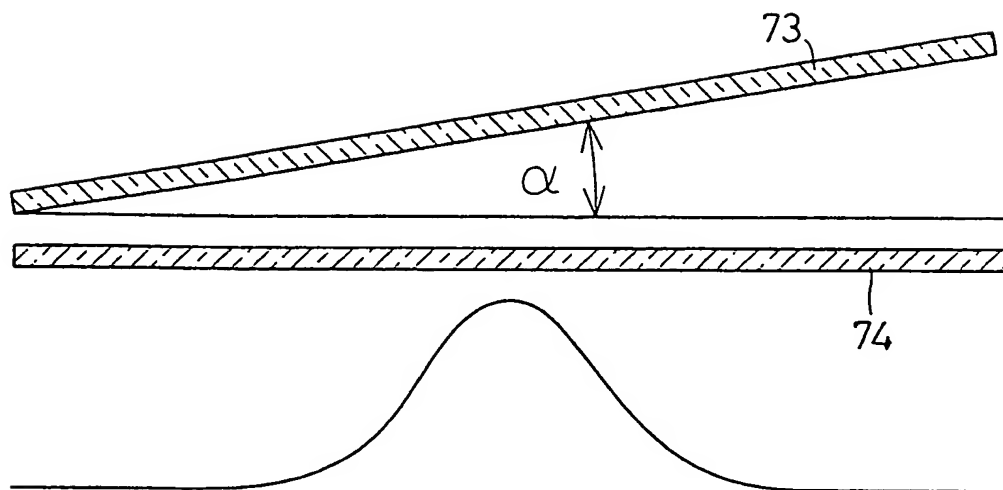
第三圖



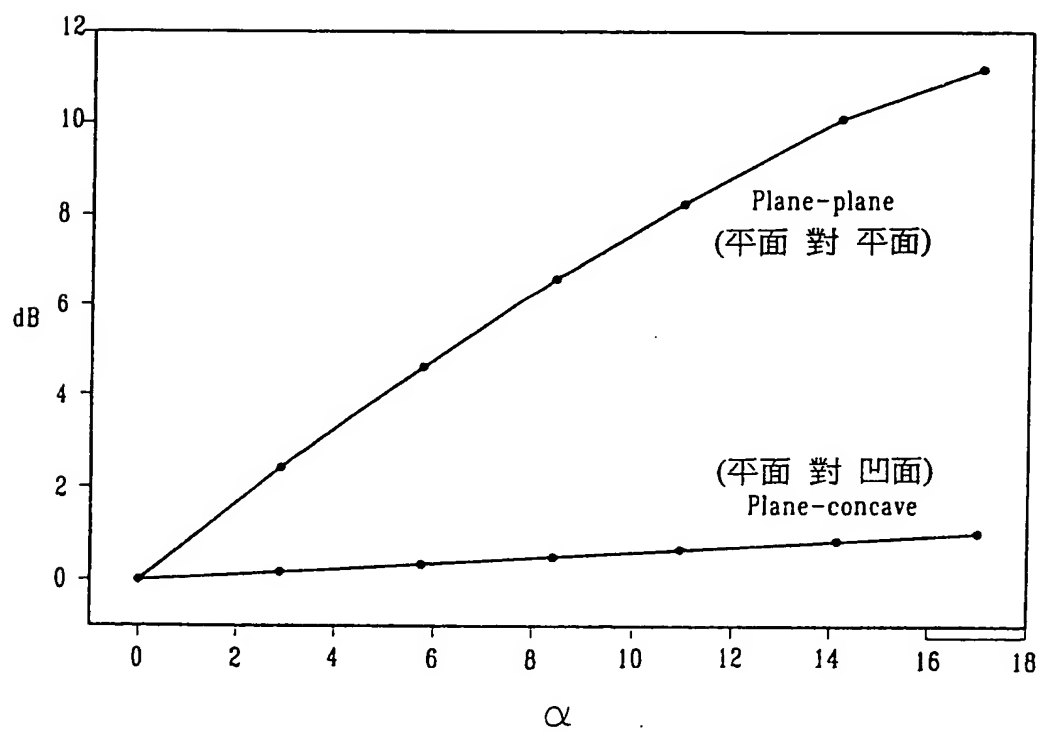
第四圖



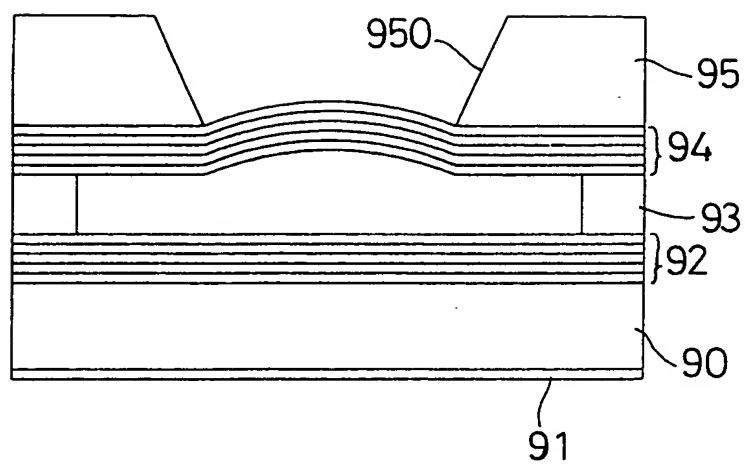
第五圖



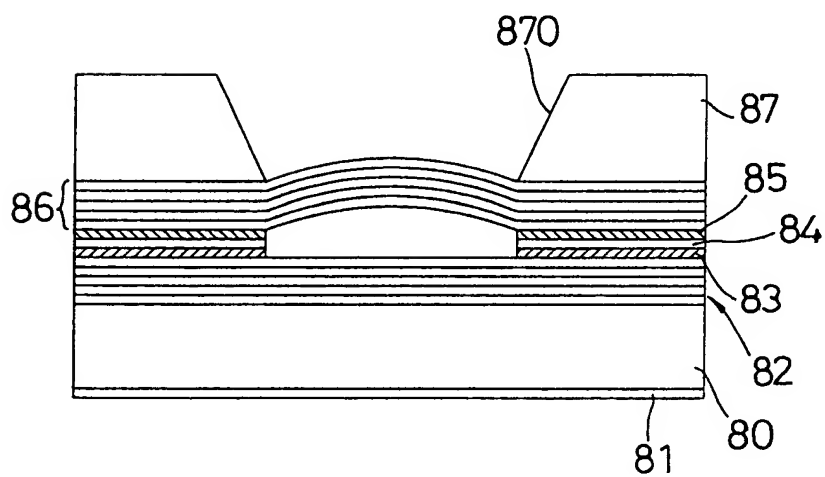
第六圖



第七圖



第九圖



第八圖